

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/051847

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60T8/88 B60T8/32 B60T8/44 B60T13/72 B60T17/22
B60T7/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 50 977 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG, 70567 STUTTGART, DE) 2 June 1999 (1999-06-02) column 3, line 23 - column 5, line 7	1-9
A	DE 195 14 382 A1 (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH, 60488 FRANKFURT, DE) 24 October 1996 (1996-10-24) column 3, line 6 - column 4, line 8; figures 1,3-5	1-9
A	DE 199 07 338 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG) 4 May 2000 (2000-05-04) the whole document	1-9
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 April 2005

Date of mailing of the international search report

02/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marx, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/051847

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 196 40 107 A1 (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH, 60488 FRANKFURT, DE) 9 April 1998 (1998-04-09) column 3, line 27 - column 5, line 10; figure 1</p> <p>-----</p>	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051847

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19750977	A1	02-06-1999	NONE
DE 19514382	A1	24-10-1996	CZ 9703299 A3 15-04-1998
		DE 59602631 D1 09-09-1999	
		WO 9633083 A1 24-10-1996	
		EP 0820394 A1 28-01-1998	
		ES 2134601 T3 01-10-1999	
		JP 11503687 T 30-03-1999	
		US 5951119 A 14-09-1999	
DE 19907338	A1	04-05-2000	WO 0024618 A1 04-05-2000
DE 19640107	A1	09-04-1998	WO 9813245 A1 02-04-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051847

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B60T8/88 B60T8/32 B60T8/44 B60T13/72 B60T17/22 B60T7/04		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B60T		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 50 977 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG, 70567 STUTTGART, DE) 2. Juni 1999 (1999-06-02) Spalte 3, Zeile 23 - Spalte 5, Zeile 7	1-9
A	DE 195 14 382 A1 (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH, 60488 FRANKFURT, DE) 24. Oktober 1996 (1996-10-24) Spalte 3, Zeile 6 - Spalte 4, Zeile 8; Abbildungen 1,3-5	1-9
A	DE 199 07 338 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG) 4. Mai 2000 (2000-05-04) das ganze Dokument	1-9
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
21. April 2005		02/05/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Marx, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/051847

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 196 40 107 A1 (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH, 60488 FRANKFURT, DE) 9. April 1998 (1998-04-09) Spalte 3, Zeile 27 - Spalte 5, Zeile 10; Abbildung 1</p> <p>-----</p>	1-9

INTERNATIONALES RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051847

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19750977	A1	02-06-1999	KEINE
DE 19514382	A1	24-10-1996	CZ 9703299 A3 15-04-1998
		DE 59602631 D1 09-09-1999	
		WO 9633083 A1 24-10-1996	
		EP 0820394 A1 28-01-1998	
		ES 2134601 T3 01-10-1999	
		JP 11503687 T 30-03-1999	
		US 5951119 A 14-09-1999	
DE 19907338	A1	04-05-2000	WO 0024618 A1 04-05-2000
DE 19640107	A1	09-04-1998	WO 9813245 A1 02-04-1998

Bremssystem

Die Erfindung betrifft ein Bremssystem vom Typ „Brake-by-wire“ zur Betätigung einer Kraftfahrzeugbremsanlage, mit einem sowohl mittels eines Bremspedals als auch mittels einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit fahrerwunschabhängig betätigbaren Bremskraftverstärker, wobei Mittel zur Entkopplung einer kraftübertragenden Verbindung zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker in der Betriebsart „Brake-by-wire“ vorgesehen sind, mit einem dem Bremskraftverstärker wirkungsmäßig nachgeschalteten Hauptbremszylinder, an dessen Druckräume Radbremsen des Kraftfahrzeuges angeschlossen sind, einem mit dem Bremspedal zusammenwirkenden Pedalwegsimulator, durch den in der Betriebsart „Brake-by-wire“ eine auf das Bremspedal wirkende Rückstellkraft unabhängig von einer Betätigung des Bremskraftverstärkers simulierbar ist und der in der Betriebsart „Brake-by-wire“ bei der Entkopplung der kraftübertragenden Verbindung zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker zuschaltbar und außerhalb der Betriebsart „Brake-by-wire“ abschaltbar ist, einem ersten Sensor zur Erfassung des Bremspedal-Betätigungsweges, einem zweiten Sensor zur Erfassung des Weges eines Ausgangsglieds (Druckstange) des Bremskraftverstärkers und einem dritten Sensor (bzw. Drucksensor) zur Erfassung des im System herrschenden Bremsdruckes, deren Signale der elektronischen Steuer- und Regeleinheit zugeführt werden.

Ein derartiges Bremssystem ist aus der internationalen Patentanmeldung der Anmelderin WO 2004/005095 bekannt. Dem Offenbarungsgehalt der erwähnten Patentanmeldung ist zu

-2-

entnehmen, dass die elektronische Steuer- und Regeleinheit auf Grund festgestellter Abweichungen zwischen Sollwertvorgaben und mittels der Sensoren gemessenen Istwerten geeignete Sicherheitsprozesse, insbesondere eine hydraulische Rückfallebene, auslöst. Dem Dokument sind jedoch keine Hinweise zu entnehmen, wie ein Versagen der hydraulischen Rückfallebene, das beispielsweise durch Eintrag von Luft oder das Auftreten von Leckagen im System, für den Fahrer erkennbar bzw. vom System detektierbar ist.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei einem Bremssystem der eingangs genannten Art Maßnahmen vorzuschlagen, die es ermöglichen, bei einem Fehlerfall, wie beispielsweise einem Lufteinschluss oder einem Bremskreisausfall, eine dadurch verursachte erhöhte Druckmittelvolumenaufnahme durch regelungstechnische Mittel zu kompensieren.

Eine erste Lösung dieser Aufgabe besteht darin, dass die elektronische Steuer- und Regeleinheit eine Regelschaltung zur Regelung des vom Ausgangsglied des Bremskraftverstärkers zurück gelegten Weges aufweist, dessen Sollwert entsprechend dem Betätigungsweg des Bremspedals berechnet wird, wobei ein Überwachungsmodul vorgesehen ist, das bei einem Fehlerfall, wie beispielsweise einem Lufteinschluss oder einem Bremskreisausfall, eine teilweise Kompensation der durch den Fehler verursachten Verlängerung des vom Ausgangsglied des Bremskraftverstärkers zurück gelegten Weges vornimmt.

Eine zweite Lösung der vorhin genannten Aufgabe sieht vor, dass die elektronische Steuer- und Regeleinheit eine Regelschaltung zur Regelung des vom Ausgangsglied des Bremskraftverstärkers zurück gelegten Weges sowie des im System herrschenden, hydraulischen Druckes aufweist, deren Sollwerte entsprechend dem Betätigungsweg des Bremspedals berechnet werden, wobei ein

-3-

Überwachungsmodul vorgesehen ist, das bei einem Fehlerfall, wie beispielsweise einem Lufteinschluss oder einem Bremskreis-ausfall, die Regelschaltung vom Wegregelmodus auf den Druckregelmodus umschaltet, um eine Kompensation der durch den Fehler verursachten Verlängerung des vom Ausgangsglied des Bremskraftverstärkers zurück gelegten Weges vorzunehmen.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der ersten erfindungsgemäßen Lösung erfolgt die teilweise Kompensation der durch den Fehler verursachten Verlängerung des vom Ausgangsglied des Bremskraftverstärkers zurück gelegten Weges durch Hinzuaddieren eines Korrekturwertes zum Sollwert.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes ist im Überwachungsmodul eine Druckmittelvolumen-Druck-Kennlinie, d. h. die Abhängigkeit der Druckmittelvolumenaufnahme der Bremsen bzw. des der Druckmittelvolumenaufnahme entsprechenden, vom Ausgangsglied des Bremskraftverstärkers zurück gelegten Weges vom hydraulischen Druck (p) Q bzw. $S_{Ds} = f(p)$ abgelegt, wobei dem Überwachungsmodul die Istwerte des vom Ausgangsglied des Bremskraftverstärkers zurück gelegten Weges sowie des im System herrschenden hydraulischen Druckes zugeführt werden, wobei aus dem Druck-Istwert ein dem Druckmittelvolumen-Sollwert entsprechender Wegwert berechnet wird, der mit dem Istwert des vom Ausgangsglied des Bremskraftverstärkers zurück gelegten Weges verglichen wird, und, wenn das Vergleichsergebnis einen Schwellwert überschreitet, auf einen Fehler im System geschlossen wird.

Der vorhin genannte Korrekturwert kann vorzugsweise dem halben Vergleichsergebnis entsprechen.

- 4 -

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes wird eine erhebliche Verbesserung der Regelungsgüte dadurch erreicht, dass die Istwerte einer Tiefpassfilterung unterzogen werden.

Ein anderes vorteilhaftes Merkmal der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass beim Erkennen eines Fehlerfalls eine Übergangsfunktion, beispielsweise eine Tiefpassfilterung oder ein Rampenverlauf, aktiviert wird.

Schließlich ist nach einem anderen Erfindungsmerkmal vorgesehen, dass beim Erkennen eines Fehlerfalls im System eine Warnlampe aktiviert wird.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden in der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen an zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Bremssystems nach der Erfindung,

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer ersten Ausführung einer erfindungsgemäßen Regelschaltung, und

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer zweiten Ausführung einer erfindungsgemäßen Regelschaltung, und

Fig. 4 eine diagrammatische Darstellung der Funktionsweise der in Fig. 3 gezeigten zweiten Ausführung der Regelschaltung.

Das in Fig. 1 in einer schematischen Darstellung gezeigte Bremssystem zur Betätigung einer Kraftfahrzeugbremsanlage vom Typ „Brake-by-wire“ besteht im Wesentlichen aus einem

-5-

Bremskraftverstärker, vorzugsweise einem Unterdruckbremskraftverstärker 3, einem dem Bremskraftverstärker 3 nachgeschalteten Hauptbremszylinder, vorzugsweise einem Tandemhauptzylinder 4, an dessen nicht dargestellte Druckräume unter Zwischenschaltung einer hydraulischen Regeleinheit 17 Radbremsen 13, 14, 15, 16 eines Kraftfahrzeugs angeschlossen sind, einem dem Hauptbremszylinder 4 zugeordneten Druckmittelvorratsbehälter 5, einem Bremspedal 1 zur Betätigung des Bremskraftverstärkers 3 durch den Fahrer, einem mit dem Bremspedal 1 insbesondere in der Betriebsart „Brake-by-wire“ zusammenwirkenden Pedalwegsimulator 2, der dem Fahrer das gewöhnliche Bremspedalgefühl vermittelt, mindestens einer Sensoreinrichtung 6 zur Erfassung eines Fahrerverzögerungswunsches bzw. des Betätigungsweges S_{Bp} des Bremspedals 1, sowie einer elektronischen Steuereinheit 7, durch deren Ausgangssignale u. a. ein dem Bremskraftverstärker 3 zugeordneter Elektromagnet 8 ansteuerbar ist, der eine vom Fahrerwillen unabhängige Betätigung eines pneumatischen Steuerventils 9 ermöglicht, das eine Luftzufuhr zum Bremskraftverstärker 3 steuert. Wie in der nachfolgenden Beschreibung ausführlich erläutert wird, enthält die elektronische Steuereinheit 17 eine Regelschaltung zur Regelung einer charakteristischen Größe des Bremskraftverstärkers 3, vorzugsweise des vom Ausgangsglied 20 des Bremskraftverstärkers 3 zurück gelegten Weges S_{Ds} , oder zur Regelung der genannten Größe und des im System herrschenden hydraulischen Druckes.

Ein zwischen dem Ende einer mit dem Bremspedal 1 gekoppelten Kolbenstange 10 und einem Steuerkolben 11 des vorhin genannten Steuerventils 9 vorgesehener axialer Spalt „a“ gewährleistet eine Entkopplung der kraftübertragenden Verbindung zwischen dem Bremspedal 1 und dem Bremskraftverstärker 3 in der Betriebsart „Brake-by-wire“. Ein Wegsensor 18 dient der Erfassung des Weges einer die Verstärkungskraft des Bremskraftverstärkers 3

-6-

aufbringenden beweglichen Wand 19 bzw. des Weges (S_{Ds}) eines Ausgangsglieds 20 des Bremskraftverstärkers 3, das seine Ausgangskraft auf einen nicht dargestellten ersten Kolben des Hauptbremszylinders 4 überträgt. Außerdem ist in der hydraulischen Regeleinheit 17 ein Drucksensor 21 integriert, der den im System herrschenden hydraulischen Druck (p) erfasst.

Der Pedalwegsimulator 2, durch den, wie bereits erwähnt, in der Betriebsart „Brake-by-wire“ eine auf das Bremspedal wirkende Rückstellkraft unabhängig von einer Betätigung des Bremskraftverstärkers 3 simulierbar ist, ist derart ausgeführt, dass er in der Betriebsart „Brake-by-wire“ bei der Entkopplung der kraftübertragenden Verbindung zwischen dem Bremspedal 1 und dem Bremskraftverstärker 3 zuschaltbar und außerhalb der Betriebsart „Brake-by-wire“ abschaltbar ist. Die Betätigung des Pedalwegsimulators 2 erfolgt mittels eines am Bremspedal 1 angelegten Betätigungsgliedes 12.

Die erste Ausführung der vorhin erwähnten Regelschaltung zur Regelung des vom Ausgangsglied 20 des Bremskraftverstärkers 3 zurück gelegten Weges S_{Ds} ist in Fig. 2 dargestellt und besteht im Wesentlichen aus einem Sollwertgenerierungsmodul 22, einem Wegregler 23 sowie einem Überwachungsmodul 24. Im Sollwertgenerierungsmodul 22 wird aus dem mittels des Wegsensors 6 ermittelten Betätigungsweg S_{Bp} des Bremspedals 1 der Sollwert S_{DsSoll} des vom Ausgangsglied 20 des Bremskraftverstärkers 3 zurück gelegten Weges S_{Ds} berechnet. Der Sollwert S_{DsSoll} , zu dem in einer Additionsstelle 25 ein im Überwachungsmodul 24 berechneter Korrekturwert S_{Korr} hinzu addiert wird, wird mit dem mittels des Wegsensors 18 ermittelten Istwert S_{DsIst} des vom Ausgangsglied 20 des Bremskraftverstärkers 3 zurück gelegten Weges verglichen, wonach die auf diese Art berechnete Regelabweichung ΔS dem Wegregler

-7-

23 zugeführt wird, dessen Ausgangsgröße, eine elektrische Spannung U , den Elektromagneten 8 ansteuert. Dem Überwachungsmodul 24, in dem eine Druckmittelvolumen-Druck-Kennlinie, d. h. die Abhängigkeit der Druckmittelvolumenaufnahme der Bremsen 13 - 16 bzw. des der Druckmittelvolumenaufnahme entsprechenden, vom Ausgangsglied 20 des Bremskraftverstärkers 3 zurück gelegten Weges S_{Ds} vom hydraulischen Druck p Q bzw. $S_{Ds} = f(p)$ abgelegt ist, werden als Eingangsgrößen die Istwerte S_{DsIst} , p_{Ist} des vom Ausgangsglied 20 des Bremskraftverstärkers 3 zurück gelegten Weges sowie des im System herrschenden Druckes zugeführt, die vorzugsweise in zugeordneten Tiefpassfiltern 26, 27 einer Tiefpassfilterung unterzogen werden. Aus dem Druckistwert p_{Ist} wird im Überwachungsmodul 24 ein einem Druckmittelvolumen-Sollwert entsprechender Wegwert S_{Modell} berechnet, der mit dem Istwert S_{DsIst} des vom Ausgangsglied 20 des Bremskraftverstärkers 3 zurück gelegten Weges verglichen wird. Überschreitet das Vergleichsergebnis $\Delta S_{Diff} = S_{Modell} - S_{DsIst}$ einen Schwellwert $S_{Schwell}$, so wird der vorhin erwähnte Korrekturwert S_{Korr} erzeugt, der beispielsweise dem halben Wert $\Delta S/2$ der dem Wegregler 23 zugeführten Regelabweichung ΔS entspricht. Gleichzeitig kann eine optische Warnung, beispielsweise durch Aufleuchten einer Warnlampe 31, erzeugt werden. Durch Hinzuzaddieren des Korrekturwertes S_{Korr} wird eine teilweise Kompensation der Verlängerung vom Ausgangsglied 20 des Bremskraftverstärkers 3 zurück gelegten Weges S_{DsIst} erreicht, die beispielsweise durch Gaseinschlüsse im System oder einen Bremskreisausfall verursacht wird.

Bei der in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführung der Regelschaltung ist außer dem im Zusammenhang mit Fig. 2 erwähnten Weg-Sollwertgenerierungsmodul 22 ein Druck-Sollwertgenerierungsmodul 28 vorgesehen, in dem aus dem mittels

-8-

des Wegsensors 6 ermittelten Betätigungsweg S_{Bp} des Bremspedals 1 der Sollwert p_{soll} des im System herrschenden hydraulischen Druckes berechnet wird. Während der Weg-Sollwert S_{Dsoll} wie bei der ersten Ausführung mit dem Weg-Istwert S_{Dsist} zur Bildung der Regelabweichung ΔS verglichen wird, wird in einer zweiten Additionsstelle 29 aus dem Druck-Sollwert p_{soll} und dem Druck-Istwert p_{ist} eine zweite Regelabweichung Δp gebildet. Die beiden Regelabweichungen ΔS , Δp werden einer Umschalteneinrichtung 30 zugeführt, die entsprechend dem vom Überwachungsmodul 24 erzeugten Signal $S_{Korr} > 0$ (Umschaltbedingung) vom Wegregelmodus als Standard-Betriebsart auf einen Druckregelmodus umschaltet. Dabei sieht der Regler 23 für die Weg- und die Druckregelung unterschiedliche Parameter vor.

Um bei der zweiten Ausführung der Regelschaltung eine sprunghafte Änderung der Regelgröße zu verhindern wird zum Zeitpunkt t_1 (Punkt A der Kennlinie – Ende der Wegregelung) des Umschaltens eine dem Druckregelmodus zugeordnete Übergangsfunktion, beispielsweise eine Tiefpassfilterung oder ein Rampenverlauf, aktiviert. Dieser Vorgang ist in Fig. 4 dargestellt, wobei die mit I gekennzeichnete Kennlinie $p = f(t)$ dem Wegregelmodus, die mit II gekennzeichnete Kennlinie dem Druckregelmodus und der Abschnitt A – B der Übergangsfunktion entsprechen. Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass die Regelung ab dem Zeitpunkt t_2 (Punkt B der Kennlinie) der Druckregelungs-Kennlinie folgt. Die vertikale Verschiebung L zwischen den beiden Kennlinien I und II wird z. B. durch Gaseinschlüsse oder Leckagen verursacht.

Patentansprüche

1. Bremssystem vom Typ „Brake-by-wire“ zur Betätigung einer Kraftfahrzeugbremsanlage, mit:
einem sowohl mittels eines Bremspedals als auch mittels einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit fahrerwunschabhängig betätigbaren Bremskraftverstärker, wobei Mittel zur Entkopplung einer kraftübertragenden Verbindung zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker in der Betriebsart „Brake-by-wire“ vorgesehen sind,
einem dem Bremskraftverstärker wirkungsmäßig nachgeschalteten Hauptbremszylinder, an dessen Druckräume Radbremsen des Kraftfahrzeuges angeschlossen sind,
einem mit dem Bremspedal zusammenwirkenden Pedalwegsimulator, durch den in der Betriebsart „Brake-by-wire“ eine auf das Bremspedal wirkende Rückstellkraft unabhängig von einer Betätigung des Bremskraftverstärkers simulierbar ist und der in der Betriebsart „Brake-by-wire“ bei der Entkopplung der kraftübertragenden Verbindung zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker zuschaltbar und außerhalb der Betriebsart „Brake-by-wire“ abschaltbar ist,
einem ersten Sensor (6) zur Erfassung des Bremspedal-Betätigungsweges (S_{BP}), einem zweiten Sensor (18) zur Erfassung des Weges (S_{Ds}) eines Ausgangsglieds (20) des Bremskraftverstärkers und einem dritten Sensor (bzw. Drucksensor (21)) zur Erfassung des im System herrschenden Bremsdruckes, deren Signale der elektronischen Steuer- und Regeleinheit (7) zugeführt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Steuer- und Regeleinheit (7) eine Regelschaltung zur Regelung des vom Ausgangsglied (20) des Bremskraftverstärkers (3) zurück gelegten Weges (S_{Ds})

-10-

aufweist, wobei der Sollwert (S_{Dsoll}) des vom Ausgangsglied (20) des Bremskraftverstärkers (3) zurück gelegten Weges (S_{Ds}) entsprechend dem Betätigungsweg (S_{Bp}) des Bremspedals (1) berechnet wird und wobei ein Überwachungsmodul (24) vorgesehen ist, das bei einem Fehlerfall, wie beispielsweise einem Lufteinschluss oder einem Bremskreisausfall, eine teilweise Kompensation der durch den Fehler verursachten Verlängerung des vom Ausgangsglied (20) des Bremskraftverstärkers (3) zurück gelegten Weges (S_{Ds}) vornimmt.

2. Bremssystem vom Typ „Brake-by-wire“ zur Betätigung einer Kraftfahrzeugbremsanlage, mit:
einem sowohl mittels eines Bremspedals als auch mittels einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit fahrerwunschabhängig betätigbaren Bremskraftverstärker, wobei Mittel zur Entkopplung einer kraftübertragenden Verbindung zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker in der Betriebsart „Brake-by-wire“ vorgesehen sind,
einem dem Bremskraftverstärker wirkungsmäßig nachgeschalteten Hauptbremszylinder, an dessen Druckräume Radbremsen des Kraftfahrzeuges angeschlossen sind,
einem mit dem Bremspedal zusammenwirkenden Pedalwegsimulator, durch den in der Betriebsart „Brake-by-wire“ eine auf das Bremspedal wirkende Rückstellkraft unabhängig von einer Betätigung des Bremskraftverstärkers simulierbar ist und der in der Betriebsart „Brake-by-wire“ bei der Entkopplung der kraftübertragenden Verbindung zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker zuschaltbar und außerhalb der Betriebsart „Brake-by-wire“ abschaltbar ist,
einem ersten Sensor zur Erfassung des Bremspedal-Betätigungsweges (S_{Bp}), einem zweiten Sensor zur Erfassung

-11-

des Weges (S_{Ds}) eines Ausgangsglieds des Bremskraftverstärkers, und einem dritten Sensor (bzw. Drucksensor (21)) zur Erfassung des im System herrschenden Bremsdruckes, deren Signale der elektronischen Steuer- und Regeleinheit (7) zugeführt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Steuer- und Regeleinheit (7) eine Regelschaltung zur Regelung des vom Ausgangsglied (20) des Bremskraftverstärkers (3) zurück gelegten Weges (S_{Ds}) sowie des im System herrschenden, hydraulischen Druckes (p) aufweist, deren Sollwerte (S_{DsSoll} , p_{Soll}) entsprechend dem Betätigungsweg (S_{Bp}) des Bremspedals (1) berechnet werden, wobei ein Überwachungsmodul (24) vorgesehen ist, das bei einem Fehlerfall, wie beispielsweise einem Lufteinschluss oder einem Bremskreisausfall, die Regelschaltung vom Wegregelmodus auf den Druckregelmodus umschaltet, um eine Kompensation der durch den Fehler verursachten Verlängerung des vom Ausgangsglied (20) des Bremskraftverstärkers (3) zurück gelegten Weges (S_{Ds}) vorzunehmen.

3. Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** im Überwachungsmodul (24) eine Druckmittelvolumen-Druck-Kennlinie, d. h. die Abhängigkeit der Druckmittelvolumenaufnahme (Q) der Bremsen bzw. des der Druckmittelvolumenaufnahme (Q) entsprechenden, vom Ausgangsglied (20) des Bremskraftverstärkers (3) zurück gelegten Weges (S_{Ds}) vom hydraulischen Druck (p) Q bzw. $S_{Ds} = f(p)$ abgelegt ist und dass dem Überwachungsmodul (24) die Istwerte (S_{DsIst} , p_{Ist}) des vom Ausgangsglied (20) des Bremskraftverstärkers (3) zurück gelegten Weges (S_{Ds}) sowie des im System herrschenden hydraulischen Druckes (p) zugeführt werden, wobei aus dem Druck-Istwert (p_{Ist}) ein dem Druckmittelvolumen-Sollwert (Q_{Soll}) entsprechender

-12-

Wegwert (S_{Modell}) berechnet wird, der mit dem Istwert (S_{DsIst}) des vom Ausgangsglied (20) des Bremskraftverstärkers (3) zurück gelegten Weges (S_{Ds}) verglichen wird, und, wenn das Vergleichsergebnis ($\Delta S_{\text{Diff}} = S_{\text{Modell}} - S_{\text{DsIst}}$) einen Schwellwert (S_{Schwell}) überschreitet, im Überwachungsmodul (24) ein Korrekturwert (S_{Korr}) gebildet wird, der auf einen Fehler im System schließen lässt.

4. Bremssystem nach Anspruch 1 und 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** die teilweise Kompensation der durch den Fehler verursachten Verlängerung des vom Ausgangsglied (20) des Bremskraftverstärkers (3) zurück gelegten Weges (S_{Ds}) durch Hinzuaddieren des Korrekturwertes (S_{Korr}) zum Sollwert (S_{DsSoll}) erfolgt.
5. Bremssystem nach Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Korrekturwert (S_{Korr}) dem halben Vergleichsergebnis ($\Delta S/2$) entspricht.
6. Bremssystem nach Anspruch 2 und 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Umschalten der Regelschaltung vom Weg- auf den Druckregelmodus durch den Korrekturwert (S_{Korr}) erfolgt.
7. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die Istwerte (S_{DsIst} , p_{Ist}) einer Tiefpassfilterung unterzogen werden.
8. Bremssystem nach Anspruch 2, 3 oder 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Erkennen eines Fehlerfalls eine Übergangsfunktion, beispielsweise eine Tiefpassfilterung oder ein Rampenverlauf, aktiviert wird.

-13-

9. Bremsssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Erkennen eines Fehlerfalls im System eine Warnlampe (31) aktiviert wird.